

**І.Л. КРАСНІКОВ**, канд. техн. наук, доцент, НТУ «ХПИ»,  
**В.І. ТОШИНСЬКИЙ**, докт. техн. наук, зав. кафедрою, НТУ «ХПИ»,  
**Ю.А. БАБІЧЕНКО**, канд. техн. наук, доцент, УкрДАЗТ, Харків

## **УПРАВЛІННЯ АМІАЧНОЮ ТУРБОКОМПРЕСОРНОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ УСТАНОВКОЮ В УМОВАХ ПРИСУТНОСТІ В ХОЛОДОАГЕНТІ ІНЕРТНИХ ГАЗІВ**

Розглянуті особливості роботи аміачної холодильної установки агрегату синтезу аміаку в умовах коливання температури атмосферного повітря і вмісту в холодоагенті інертних газів. Одержані кількісні залежності впливу вказаних факторів на холодопродуктивність холодильної установки. Розроблено систему автоматичного управління холодопродуктивністю холодильної установки в умовах забруднення холодоагенту інертними домішками.

Рассмотрены особенности работы аммиачной холодильной установки агрегата синтеза аммиака в условиях колебания температуры атмосферного воздуха и содержания в хладагенте инертных газов. Получены количественные зависимости влияния указанных факторов на холодопроизводительность холодильной установки. Разработана система автоматического управления холодопроизводительностью установки в условиях загрязнения хладагента инертными примесями.

The features of the ammonia refrigeration unit for ammonia synthesis under conditions of temperature variations of air content in the refrigerant and inert gases. Obtain quantitative influence of these factors depending on the cooling capacity of the refrigeration unit. A system for automatic control of cooling capacity installed in the refrigerant contamination inert impurities.

В сучасних агрегатах синтезу аміаку холод одержують в аміачних турбокомпресорних холодильних установках, які в якості холодоагенту використовують продукційний аміак. Найважливішим показником роботи холодильної установки є тиск конденсації пари холодоагенту в повітряному конденсаторі після турбокомпресору.

Підвищення тиску конденсації понад 2,4 МПа спричиняє до падіння подачі компресора і до зниження холодопродуктивності установки. Основними причинами підвищення тиску конденсації є зростання температури атмосферного повітря і накопичення у системі інертних домішок (азоту, водню, метану і аргону), що надходять із продукційним аміаком [1]. Для уникнення надмірного накопичення цих газів їх безперервно видаляють із ресиверу повітряного конденсатора із танковими газами. Проте, існуюча система автоматичного управління не дозволяє визначити який із названих факторів призво-

дить до зростання тиску конденсації. Тобто відсутній параметр, що дозволяє визначити кількість інертних газів, необхідних для вилучення з холодильної системи. Це і призводить до можливого зниження холодопродуктивності установки внаслідок накопичення інертів, а також до перевитрати електроенергії в апаратах повітряного охолодження.

Завданням досліджень було створення системи автоматичного управління турбокомпресорною холодильною установкою, яка дозволяє проводити процес конденсації пари холодоагенту в умовах коливань температури атмосферного повітря з визначенням причин підвищення тиску конденсації.

Дослідження проводилися за допомогою детермінованої математичної моделі процесу конденсації в холодильній станції, що враховує присутність у холодильній системі азоту, водню, метану і аргону. Модель дозволяє вирішувати такі завдання: по-перше, визначати поверхню теплообміну, що потрібна для конденсації певної кількості аміаку при постійному тиску конденсації; по-друге, визначати тиск конденсації при існуючій поверхні теплообміну. ММ дозволяє також обчислювати необхідну кількість та склад танкових газів, що вилучають із ресивера повітряного конденсатора [2].

Аналіз результатів моделювання показав, що існуюча поверхня теплообміну повітряного конденсатора ( $45000 \text{ м}^2$ ) не забезпечує потрібний тиск конденсації, якщо температура атмосферного повітря перевищує  $26^\circ\text{C}$ . Також встановлено, що параметром який визначає причину підвищення тиску за рахунок накопичення інертів, може бути перепад температур між рівноважною температурою конденсації чистої пари аміаку і фактичною температурою рідкого аміаку на виході конденсатора. Чим вище цей перепад, тим більше інертів знаходиться в циклі.

Графік залежності між перепадом температур і вмістом інертів у конденсаційній системі холодильної установки приведено на рис. 1.

Як видно з рисунка, при збільшенні вмісту інертів у системі з 0,05 % до 1,8 % перепад температур збільшується з 2 до  $8^\circ\text{C}$ . На основі одержаних функціональних залежностей було розроблено систему управління турбокомпресорною холодильною установкою яка відрізняється тим, що з метою підвищення продуктивності при зміні теплового навантаження додатково вимірюють температури повітря, що охолоджує повітряні конденсатори, рідкого аміаку на виході із конденсатора і перепад температур між температурою конденсації і температурою рідкого аміаку на виході із конденсатора.

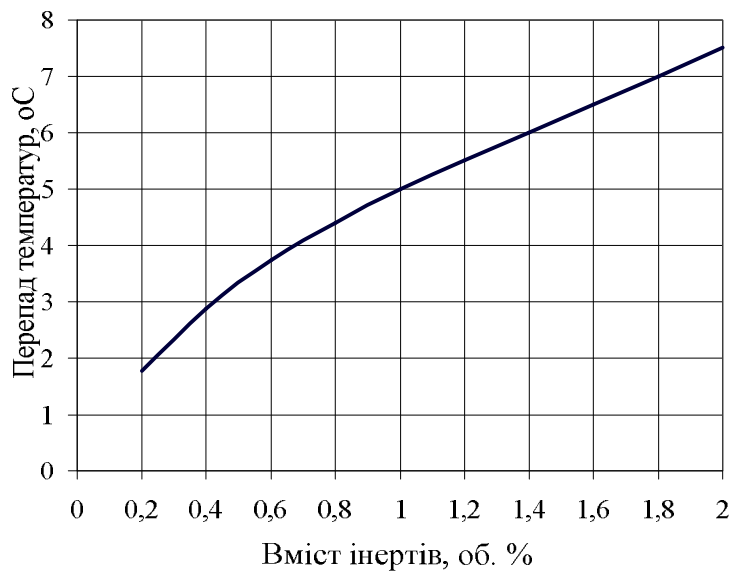


Рис. 1. Залежність перепаду температур від вмісту інертів в конденсаційній системі холодильної установки

На рис. 2 представлена запропонована авторами схема автоматизації аміачної турбокомпресорної холодильної установки [3].

На схемі показані турбокомпресор 1; шестисекційний повітряний конденсатор 2; ресивер 3 рідкого аміаку.

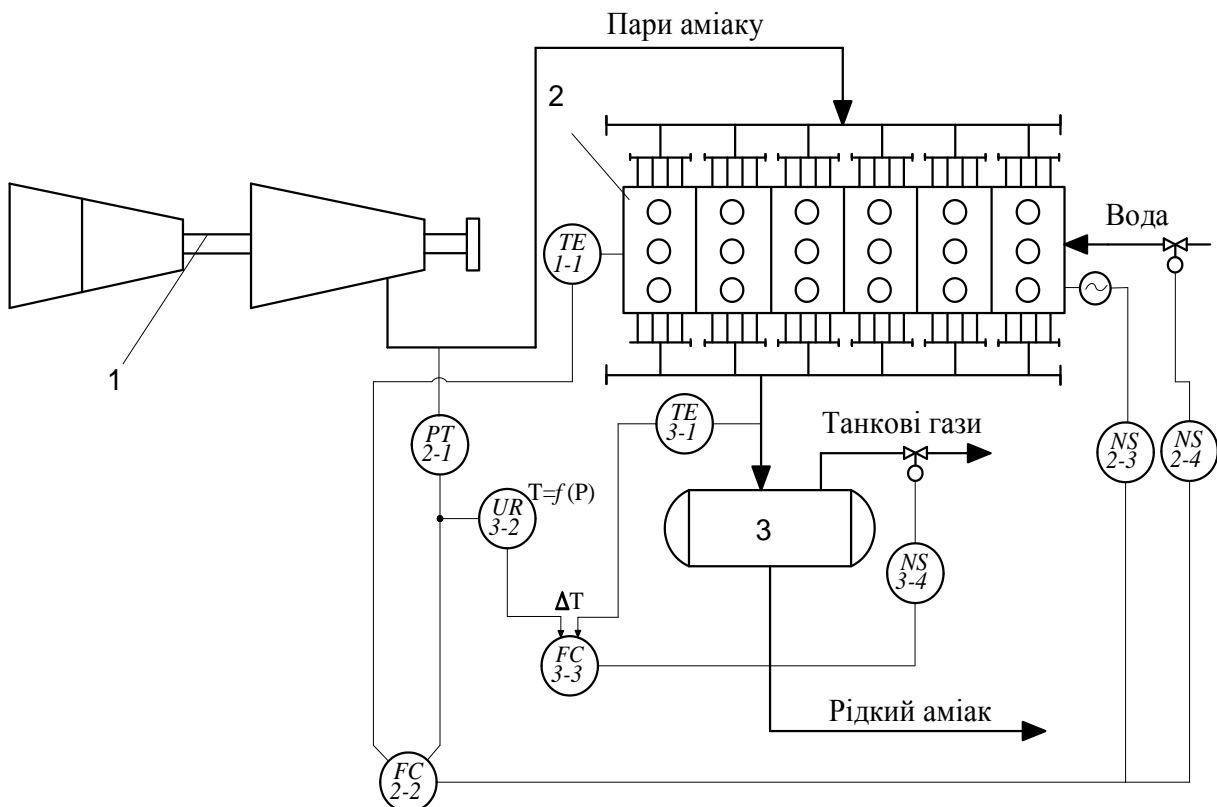


Рис. 2. Функціональна схема автоматизації конденсаційної системи аміачної турбокомпресорної холодильної установки

Схема керування працює в такий спосіб: з датчика 1-1 температури атмосферного повітря сигнал надходить на регулятор 2-2, куди також надходить сигнал з перетворювача тиску 2-1 парів аміаку після компресора. Якщо тиск перевищує граничне значення 2,4 МПа і температура атмосферного повітря більше 26 °С, то регулятор збільшує витрату охолоджуючого повітря в конденсатор. Якщо це не призводить до зниження тиску конденсації, то додатково включається подача обезсоленої води на зрошення конденсатора. Сигнал з перетворювача тиску 2-1 також поступає на перетворювач 3-2 тиску конденсації в рівноважну температуру конденсації. Цей сигнал разом з сигналом з датчика температури 3-1 рідкого холодоагенту на виході конденсатора надходить на регулятор 3-3. Якщо перепад температур перевищує граничне значення 6 °С, регулятор 3-3 збільшує витрату танкових газів з ресиверу конденсатора.

### **Висновки.**

Розроблено схему автоматизації аміачної турбокомпресорної холодильної установки, що дозволяє стабілізувати холодопродуктивність установки при зміні зовнішніх теплових навантажень та кількості інертів.

Для керування процесом вилучення інертів запропоновано новий параметр – різницю температур між температурою рідкого аміаку на виході конденсаторів та рівноважною температурою конденсації чистого аміаку.

Це дозволяє визначати який фактор (зростання кількості інертів в циклі або зростання температури атмосферного повітря) спричиняє зростання тиску конденсації та виробляти відповідний керуючий вплив.

Одержані дані дозволяють знизити витрату електричної енергії в повітряних конденсаторах та зменшити втрати аміаку з танковими газами.

**Список літератури:** 1. Товажнянський Л.Л. Технологія зв'язного азоту: підручник / [Л.Л. Товажнянський, О.Я. Лобойко, Г.Г. Гринь та ін.]: за ред. О.Я. Лобойка. – Х.: НТУ «ХП», 2007. – 536 с. 2. Бабіченко А.К. Дослідження експериментальних показників ефективності роботи відцентрового трикорпусного компресора з приводом від парової турбіни великотонажного агрегату синтезу аміаку / А.К. Бабіченко, В.І. Тошинський // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 1/3 (31). – С. 3 – 5. 3. Пат. 2633 Україна, МКИ<sup>5</sup> F25B49/00. Спосіб управління турбокомпресорною холодильною установкою / Бабіченко А.К., Василенко В.П., Блох Б.М., Бондаренко С.П., Красніков І.Л., Мартиненко А.Я.; заявитель і патентотримувач Северодонецьке виробниче об'єднання «Азот»; заявл. 15.03.94; опубл. 26.12.94, Бюл. № 5.

*Надійшла до редколегії 18.04.11*